

한국 남성용 단일의복의 앙상블 조합시의 온열특성 변화에 관한 연구 - 무풍, 풍속환경하에서 -

송민규¹⁾ · 권서윤^{2)†} · 정현미³⁾

¹⁾한국섬유개발연구원

²⁾한국패션산업연구원

³⁾부천대학 섬유비즈니스과

A Study on Changes in Thermal Performances in Ensembles Made up of Single Garments Marketed for Korean Men - In Still and Dynamic Air Conditions -

Minkyu Song¹⁾, Seoyoon Kwon^{2)†}, and Hyunmi Jung³⁾

¹⁾Korea Textile Development Institute; Daegu, Korea

²⁾Korea Research Institute for Fashion Industry; Daegu, Korea

³⁾Dept. of Textile Business, Bucheon Univ.; Bucheon, Korea

Abstract : The purpose of this study is to analyze the thermal characteristics of garments marketed for Korean males and to investigate the influence of each garment on ensemble, by measuring their insulation values(clo) using thermal manikins. The results are as follows. The total insulations(clo) of ensembles for S/S seasons are between 1.46 and 2.6 clo, with the mean of 2.12 clo. The insulation in the still air condition is 1.23 clo, which means a decrease of 42% compared to the total insulation of all the component garments. The insulation of ensembles for S/S seasons in the dynamic air condition decreased by 46.8%, compared to the still air condition. The total insulation(clo) of ensembles for F/W seasons is between 3.84 and 7.36 clo with the mean of 4.74 clo. The insulation in the still air condition is 2.26 clo, which means a decrease of 53.6% compared to the total insulation of all the component garments. The insulation of ensembles for F/W seasons in the dynamic air condition decreased by 36.2%, compared to the still air condition. As the clo value of each component garment gets higher, the insulation of ensembles gets higher. Especially, the insulation of ensembles was more influenced by outer wear than inner wear. The insulation of ensembles could be predicted by the insulation of outerwear better.

Key words: thermal characteristics(온열특성), thermal manikin(서멀마네킨), clothing insulation(의복 보온성), ensemble(앙상블), garment(의복)

1. 서 론

최근 스포츠 및 레저용 의복이 일상복으로의 확대가 지속적으로 이루어지고, 쾌적·감성측면에서의 보온성 소재의 제품개발이 활성화됨에 따라 의복의 쾌적감성에 대한 관심이 크게 높아지고 있다. 또한 고부가가치 차별화 제품에 대한 평가 또한 중요시되면서 의류제품의 여러 기능성 중 온열특성은 의류 제품 개발 시 직물 및 의류상태의 쾌적성을 평가하는 기술로서 주요한 요소가 되고 있다.

의복의 온열특성은 의복을 착용함으로써 형성되는 의복기후와 착용자의 쾌적감에 큰 영향을 미치며, 이러한 의복의 온열

특성에 영향을 미치는 인자들은 섬유, 실, 직물, 의복, 인간 및 환경인자 등으로 매우 다양하다. 특히, 의복의 온열특성은 이러한 구성 즉, 섬유, 직물 및 의복 인자들 자체의 열, 공기, 수분 전달특성과 밀접한 관련이 있으며 이들이 서로간의 관련성을 가지며 복합적으로 작용하여 온열특성을 결정하기 때문에 이를 체계적으로 규명하기는 쉽지 않다.

의류의 온열특성을 나타내는 clo값은 인공기후실 내 써마네킨을 이용하여 측정이 되며, 현재 시판 의류의 대부분은 clo값에 대한 제시가 되어 있지 않으며 특히 극한, 극서의 환경에서 활동에 필요한 온열기능성 의류의 clo값조차도 제시되어 있지 않다. 따라서 검증되지 않은 의류를 착용하고 활동을 하였을 때에 변화하는 자연환경에 대해 적절한 보온기능을 발현하지 못함으로 저체온증 등 심각한 상황까지 초래할 수가 있다.

지금까지 의복상태의 온열특성에 대한 국·내외의 연구는

†Corresponding author; Seoyoon Kwon
Tel. +82-53-721-7448, Fax. +82-53-986-6345
E-mail: sky7@krifi.re.kr

주로 써멀마네킨을 이용하여 보온의류 및 다양한 의류의 건열 저항치 및 습윤저항치를 측정하였으며(Havenith et al., 1990; McCullough & Hong, 1994), 온도, 습도 등의 환경조건을 달리하거나 인체의 자세나 동작을 변화시켜 의류의 열저항치의 변화 등에 대한 연구를 하거나 두께, 중량, 투습성, 투습저항 등 다양한 직물 및 의복인자를 이용한 보온력 예측 등, 주로 단일 의복에 대한 연구들(Choi & Lee, 2009; Kwon & Song, 2008; Song & Kwon, 2008)과 단일의복의 앙상블의 조합 시 보온성 변화 및 예측에 대한 연구가 진행되어 왔다(Choi & Ko, 2007).

각 소재나 의복 디자인에 따른 의복의 clo값을 알고 적절한 의복을 적절한 환경하에서의 선택은 건강한 의생활을 위하여 소비자들에게 매우 중요하다. 따라서 일차적으로는 보온성이 요구되는 의류뿐만이 아니라 반대 개념으로 낮은 보온성이 요구되는 의복, 즉 모든 의복의 보온성 측정값인 clo값에 대한 정보가 필요하며, 각 단일의복 뿐 만 아니라 이러한 의복을 조합하여 앙상블의 착용 시 또한 특정 온도범위에 있을 때, 어느 정도의 clo값의 의류를 착용해야 온열생리적으로 쾌적한지를 규명하고 이에 대한 데이터베이스화가 필요하다. 그러나 이와 같은 실제 의생활의 적용을 위한 연구는 시간과 노력이 많이 필요할 뿐 만 아니라, 연구를 통한 결과도 소비자들이 접근하기 매우 어려운 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 사계절 한국남성 단일의복과 이들을 조합한 앙상블(Ensemble, 인체가 착의한 의류조합)의 clo값을 측정하여 한국남성 의복 및 의복조합에 따른 보온성에 대한 데이터베이스를 구축하고 각 의복이 보온성에 미치는 관계를 규명하여 한국남성의복 및 앙상블에 대한 온열쾌적범위 설정을 위한 기초자료로 삼고자 하였다.

Table 1. Characteristics of samples

S/S clothing		F/W clothing	
Type	No.	Type	No.
Shirts	5	Shirts	4
Pants	4	Pants	5
Outerwear	5	Outerwear	21
Total	14	Total	30

2. 연구 방법 및 절차

2.1. 단일의복의 선정 및 앙상블 조합

2.1.1. 단일의복의 선정

본 연구에서 선정된 단일의복은 S/S용으로는 상의류 5종, 하의류 4종, 아웃웨어 상의류 5종으로 총 14종, F/W용 상의류 4종, 하의류 5종, 아웃웨어 상의류 16종, 익스트립 아웃웨어 5종으로 총 30종, S/S용과 F/W용 모두 총 44종이다. 선정된 의복의 종류 및 각 의복의 구성 직물의 보온력, 중량, 두께를 측정 한 결과를 Table 1과 Table 2에 나타내었으며 대표적인 의복 형태를 선정하여 Table 3에 나타내었다.

2.1.2. 앙상블의 조합

위의 의복을 조합하여 앙상블을 조합하였으며, 구성된 앙상블 중 S/S 앙상블 8종, F/W 앙상블 21종으로 총 29종이며 앙상블의 의복조합은 Table 4에 나타내었다.

2.2. 성능 평가

2.2.1. 직물의 기본 물성 및 보온력 측정

직물의 중량, 두께는 각각 KS K 0514, 0506에 따라 측정하였다. 직물상태의 보온력은 ISO 11092(International Organiza-

Table 2. Physical properties of samples

Specification	Sample No.	Clothing Type	Composition	Thickness (mm)	Clothing Weight (g)	R _t (m ² ·C/W)	R _{cle} (Static Clo)	R _{cle} (Dynamic Clo)
Shirts	SS-I1	Polo Shirts (Half Sleeved)	P100	0.75	199	0.49	0.68	0.42
	SS-I2	Y-shirts (Half Sleeved)	C69/P31	0.30	155	0.48	0.75	0.37
	SS-I3	T-shirts (Long Sleeved & Zipped)	P92/PU8	0.51	225	0.48	0.75	0.34
	SS-I4	Polo Shirts (Half Sleeved & Striped)	C50/P50	0.92	189	0.65	0.73	0.37
	SS-I5	T-Shirts (Half Sleeved)	P92/PU8	0.56	126	0.49	0.65	0.31
S/S Pants	SS-T1	Long Pants	P50/Coolmax36/PU14	0.36	399	0.97	0.72	0.45
	SS-T2	Formal Pants (For Summer)	W85/S15	0.21	344	0.82	0.84	0.52
	SS-T3	Formal Pants (For S/S)	W50/S45/P5	0.33	368	0.54	0.87	0.53
	SS-T4	Pants (Knee length)	P90/PU10	0.56	302	0.55	0.70	0.36
Outer wear	SS-J1	Jumper	P100	-	420	-	0.87	0.42
	SS-J2	Jumper	N88/PU12	-	293	-	0.73	0.39
	SS-J3	Formal Jacket (For Summer)	W85/S15	-	552	-	0.84	0.49
	SS-J4	Formal Jacket (For S/S)	W50/S45/P5	-	543	-	0.92	0.53
	SS-J5	Casual Jacket	N100	-	180	-	0.87	0.39

Table 2. Physical properties of samples(continued)

Specification	Sample No.	Clothing Type	Composition	Thickness (mm)	Clothing Weight (g)	R _t (m ² ·°C/W)	R _{cle} (Static Clo)	R _{cle} (Dynamic Clo)	
Shirts	FW-I1	Y-Shirts	C60/P40	0.33	239	0.15	0.83	0.42	
	FW-I2	Y-Shirts	C100	0.37	230	0.22	0.83	0.41	
	FW-I3	T-Shirts	C77/P23	0.66	285	0.14	0.76	0.41	
	FW-I4	Zipped T-Shirts	P64/N24/PU12	2.46	334	0.18	0.92	0.52	
Pants	FW-T1	Formal Pants	W50/S50	0.44	668	0.14	0.83	0.48	
	FW-T2	Formal Pants	W18/P26/R56	0.42	734	0.14	0.75	0.47	
	FW-T3	Formal Pants	R20/P80	0.36	692	0.15	0.89	0.47	
	FW-T4	Formal Pants	R35/P65	0.45	755	0.15	0.87	0.51	
	FW-T5	Formal Pants	N66/P26/PU8	1.22	538	0.17	0.85	0.51	
F/W	FW-J1	Formal Jacket	W50/S50	0.44	668	0.14	1.06	0.58	
	FW-J2	Formal Jacket	W18/P26/R56	0.42	734	0.14	0.93	0.60	
	FW-J3	Formal Jacket	R20/P80	0.36	692	0.15	1.01	0.58	
	FW-J4	Formal Jacket	R35/P65	0.45	755	0.15	1.09	0.56	
	FW-J5	Casual Jacket	W79/R12/N7/A2	1.25	973	0.17	1.16	0.63	
	FW-J6	Casual Jacket	C100	1.40	711	0.16	0.91	0.54	
	FW-J7	Casual Jacket	N58/P42	0.37	605	0.21	0.97	0.54	
	FW-J8	Jumper	W100	1.96	1366	0.19	1.35	0.84	
	FW-J9	Jumper	N80/P20	0.61	1230	0.31	1.68	1.16	
	FW-J10	Jumper	P64/N36	0.23	537	0.23	1.14	0.70	
	Outer wear	FW-J11	Short Coat	P100	0.63	879	0.22	1.42	0.88
		FW-J12	Insulative Parka	N/P	-	1263	-	2.18	1.48
		FW-J13	Insulative Parka	P/N	-	1217	-	2.15	1.52
		FW-J14	Parka	P100	-	882	-	1.60	1.15
		FW-J15	Parka	P/N	-	853	-	1.22	0.75
		FW-J16	Parka	P100	-	646	-	0.91	0.52
		FW-J17	Insulative Parka	P100	-	1316	0.21	2.02	1.99
		FW-J18	Insulative Parka	N100	-	1140	-	2.47	1.75
		FW-J19	Insulative Parka	N100	-	1456	-	3.58	3.04
		FW-J20	Parka	P10	-	424	-	1.85	1.55
		FW-J21	Half Coat	W100	-	1120	-	1.73	1.43

A: Acetate, N: Nylon, P: Polyester, W: Wool, C: Cotton, PU: Polyurethane, R: Rayon, S : Silk

tion for Standardization, 1999)에 준하여 측정하였으며, 측정환경조건은 20±0.2°C, 65% R.H.였고, 후드와 Plate 사이의 공기 흐름은 1±0.1 m/sec였다. 이때 Test plate의 온도는 35±0.2°C로 유지하였고, 모든 환경 및 실험조건이 안정된 후, 30분간 데이터를 읽어 평균값으로 직물의 보온력을 계산하였다. 그 계산식은 아래와 같다.

$$R_t = A \frac{(T_s - T_a)}{H} \quad (1)$$

R_t = Resistance to heat transfer provided by the fabric system and air layer, m²·°C/W

A = Area of the plate test section, m²

T_s = Plate surface temperature, °C

T_a = Air temperature, °C

H = Power input, W

2.2.2. 의복의 보온력실험

의복의 보온력은 썬덜마네킨(MTNW-Huey, MTNW)을 이용하여 KS K ISO 15831(Korean Agency for Technology and Standards, 2005)에 준하여 의복의 열저항치(보온력)를 측정하였다. 본 연구에서 사용되어진 썬덜마네킨은 15part로 구성되어 있어 각각의 표면 피부온으로 제어되어 평균피부온은 33.64°C이었다(Table 5참조).

실험실의 환경조건은 무풍 시에는 온도 20±0.1°C, 상대습도

Table 3. Type of clothing

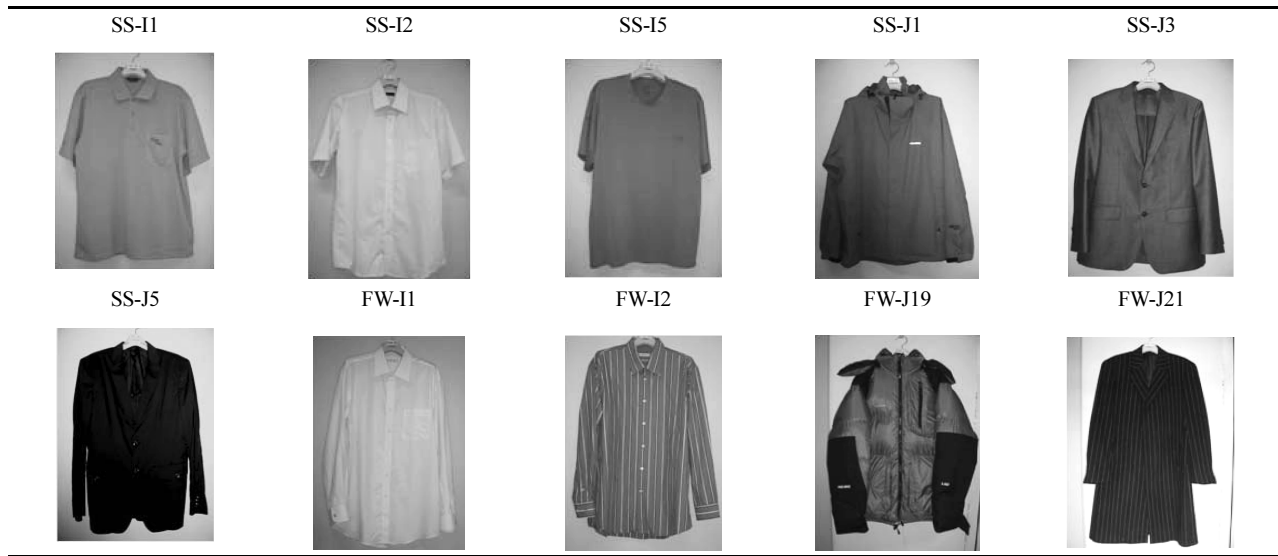
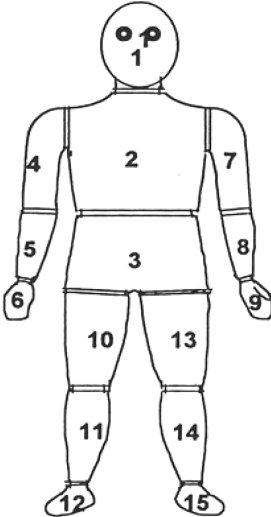


Table 4. Clothing combination of ensemble

No.	Shirts	Pants	Outerwear	Combination
E-SS-1	SS-11	SS-T1	SS-J1	Polo shirts(half sleeved) + Long pants + Jumper
E-SS-2	SS-11	SS-T1	SS-J2	Polo shirts(half sleeved) + Long pants + Jumper
E-SS-3	SS-12	SS-T2	SS-J3	Y-shirts(half sleeved) + Formal pants(for summer) + Formal Jacket(for summer)
E-SS-4	SS-12	SS-T3	SS-J4	Y-shirts(half sleeved) + Formal pants(for S/S) + Formal jacket(for S/S)
E-SS-5	SS-12	SS-T3	SS-J5	Y-shirts(half sleeved) + Formal pants(for S/S) + Casual jacket
E-SS-6	SS-13	SS-T1	-	T-shirts(long sleeved & zipped) + Long pants
E-SS-7	SS-14	SS-T4	-	Polo shirts(half sleeved & striped)
E-SS-8	SS-15	SS-T4	-	T-shirts(half sleeved + pants(knee length))
E-FW-1	FW-11	FW-T1	FW-J1	Y-shirts + Formal pants + Formal jacket
E-FW-2	FW-11	FW-T2	FW-J2	Y-shirts + Formal pants + Formal jacket
E-FW-3	FW-11	FW-T3	FW-J3	Y-shirts + Formal pants + Formal jacket
E-FW-4	FW-11	FW-T4	FW-J4	Y-shirts + Formal pants + Formal jacket
E-FW-5	FW-12	FW-T1	FW-J5	Y-shirts + Formal pants + Casual jacket
E-FW-6	FW-12	FW-T1	FW-J6	Y-shirts + Formal pants + Casual jacket
E-FW-7	FW-12	FW-T1	FW-J7	Y-shirts + Formal pants + Casual jacket
E-FW-8	FW-13	FW-T1	FW-J8	T-shirts + Formal pants + Jumper
E-FW-9	FW-13	FW-T1	FW-J9	T-shirts + Formal pants + Jumper
E-FW-10	FW-13	FW-T1	FW-J10	T-shirts + Formal pants + Jumper
E-FW-11	FW-13	FW-T1	FW-J11	T-shirts + Formal pants + Short coat
E-FW-12	FW-14	FW-T5	FW-J12	Zipped T-shirts + Formal pants + Insulative parka
E-FW-13	FW-14	FW-T5	FW-J13	Zipped T-shirts + Formal pants + Insulative parka
E-FW-14	FW-14	FW-T5	FW-J14	Zipped T-shirts + Formal pants + Parka
E-FW-15	FW-14	FW-T5	FW-J15	Zipped T-shirts + Formal pants + Parka
E-FW-16	FW-14	FW-T5	FW-J16	Zipped T-shirts + Formal pants + Parka
E-FW-17	FW-14	FW-T5	EW-J1	Zipped T-shirts + Formal pants + Formal jacket
E-FW-18	FW-14	FW-T5	EW-J2	Zipped T-shirts + Formal pants + Formal jacket
E-FW-19	FW-14	FW-T5	EW-J3	Zipped T-shirts + Formal pants + Formal jacket
E-FW-20	FW-14	FW-T5	EW-J4	Zipped T-shirts + Formal pants + Formal jacket
E-FW-21	FW-14	FW-T5	EW-J5	Zipped T-shirts + Formal pants + Casual jacket

Table 5. Characteristics of thermal manikin

Thermal manikin	Parts	Name of parts	Surface area(m ²)	Surface temperature(°C)
	1	Head	0.1484	35.3
	2	Upper Torso	0.3341	33.91
	3	Lower Torso	0.2740	33.7
	4	Right Upper arm	0.0867	33.7
	5	Right Forearm	0.0631	33.9
	6	Right Hand	0.0367	34.5
	7	Left Upper arm	0.0895	33.71
	8	Left Forearm	0.0631	33.9
	9	Left Hand	0.0367	34.51
	10	Right Thigh	0.1324	33.7
	11	Right Calf	0.1143	31.9
	12	Right Foot	0.0710	33.1
	13	Left Thigh	0.1346	33.71
	14	Left Calf	0.1184	31.9
	15	Left Foot	0.0774	33.1
Total,			1.7804	Mean, 33.64

50±2% R.H., 풍속은 0.2±0.1 m/sec이하로 유지하였으며, 유풀 시에는 온도와 상대습도는 무풍 시와 같고 풍속은 2±0.1 m/sec로 유지하였다.

써멀마네킨에 실험하고자 하는 의복을 입고 인공기후실내 온도와 습도가 일정하게 되고 써멀마네킨의 피부온을 일정하게 유지하도록 공급되는 전력량이 일정하게 되면, 1분 간격으로 30분간 써멀마네킨의 피부온, 기온, 소비된 전력량 등이 기록된다. 이 측정된 결과를 아래의 식에 대입하여 의복의 전체 보온력을 구하였다.

$$T_{wtd} = \frac{\sum(T_i \times A_i)}{\sum A_i} \quad (2)$$

T_{wtd} = Weighted averaged temperature, °C

T_i = Zone temperature, °C

A_i = Zone surface area, m²

$$Q/A_{wtd} = \frac{\sum(Q/A_i \times A_i)}{\sum A_i} \quad (3)$$

Q/A_i = Zone heat flux, W/m²

$$R_{wtd} = \frac{(T_{wtd} - T_{amb})}{Q/A_{wtd}} \quad (4)$$

R_{wtd} = Weighted averaged thermal resistance, m²·°C/W

T_{amb} = Ambient temperature, °C

여기서 의복만의 보온력(R_{clc})은 총 보온력(R_{wtd})에서 공기의 보온력(R_a)을 제외한 보온력이다.

2.2.3. 앙상블의 보온력실험

의복의 보온력 실험과 마찬가지로 써멀마네킨을 이용하여 앙상블의 보온력을 측정하였다. 측정 시 앙상블 내에는 팬티와 양말을 기본적으로 착용하였으며 F/W용 앙상블의 경우 앙상블 내에 상,하의 내의를 착용하였다. 실험방식은 의복의 보온력 실험과 동일하였다. 착용한 팬티와 양말의 보온력과 상·하의 내의의 보온력은 각각 0.108clo, 1.22clo이었다.

2.2.4. 자료분석

측정된 데이터는 SPSS WIN 12.0 통계프로그램을 사용하여 분석되었다. 구성의복의 보온성 인자들간의 관계를 분석하기 위하여 Pearson의 적률상관관계, 무풍 및 유풀시의 앙상블의 보온력을 추정하기 위하여 각 구성의복의 보온력과 각 인자들간의 단순회귀분석을 실시하였다.

3. 결과 및 토론

3.1. 무풍 및 유풀환경하에서의 의복의 보온력 변화

써멀마네킨을 이용하여 선정된 단일의복 S/S용 14종과 F/W용 30종 등 총 44종의 무풍과 유풀환경하에서 의복의 보온력을 측정하였으며 의복의 형태별(셔츠, 바지, 반바지, 보온과카, 정장, 캐주얼, 점퍼)로 구분하여 무풍 및 유풀하의 보온력 및 환경변화에 따른 보온력의 감소율을 Table 6에 나타내었다.

3.1.1. S/S용 의복의 보온력

S/S용 의복 형태별 중량의 경우, 중량은 평균 312.2 g으로 이중 아웃웨어의 중량이 397.6 g으로 가장 높았으며 다음으로 바

지 370.3 g, 반바지 302.0 g, 상의 178.8 g 순으로 나타났다.

S/S용 의복 형태별 보온력의 경우 S/S용 전체 의복의 보온력은 무풍 시 평균 0.77clo를 보였으며 유풍 조건에서의 보온력은 평균 0.42clo로 무풍시에 비해 46.8%의 보온력 감소를 보였다. 이중 상의의 보온력 감소를 49.0%로 가장 높았으며 다음으로 반바지 48.1%, 아우웨어 47.6%, 바지 38.4%의 순으로 나타났다. 이는 상의의 경우 반팔 T셔츠가 많았으며 이는 바람이 있을 시 소매나 허리부위로 대류로 인한 공기의 순환이 더 쉽게 이루어지므로 유풍 시 보온력이 감소된 것으로 보인다. 다음으로 반바지 역시 바지단 부위로 대류로 인한 공기의 유입이 이루어지므로 긴바지형보다도 보온력의 감소가 큰 것으로 여겨지나, 긴바지형을 제외한 의복형 간의 보온력 감소의 큰 차이는 없는 것으로 여겨진다.

3.1.2. F/W용 의복의 보온력

F/W용 의복 형태별 중량의 경우, 중량은 평균 697.9 g으로 이중 1003.0 g으로 점퍼의 중량이 가장 높았으며 다음으로 보온파카(Insulative 959.9 g, 콤비상의 734.3 g, 정장상의 624.0 g, 하의 560.0 g, 상의 306.2 g)의 순으로 나타났다(Table 6 참조).

F/W용 의복 형태별 보온력의 경우 무풍시의 보온성은 평균 1.15clo로 보온파카의 보온력이 1.81clo로 가장 높았으며 다음으로 점퍼 1.40clo, 정장상의와 콤비상의 모두 1.02, 하의 0.85, 상의 0.83의 순으로 나타났다. 유풍시의 보온성도 무풍시의 보온성과 같은 순의 보온력을 보였으며 무풍시의 보온력 대비 감소율은 평균 36.2%로 나타났으며 이중 보온파카의 보온력이 24.9%로 가장 낮았으며 다음으로 점퍼 35.8%, 하의 40.2%, 정장상의와 콤비상의 각각 43.6%, 43.0%, 상의 47.9%의 순으로 나타났다. 보온파카의 경우 일반적으로 외피로 방풍이 되는 소재를 사용하고 내피로 공기의 함유량이 높은 다운 등의 소재를 사용하므로 무풍시의 보온성이 높고 유풍 시에도 바람의 유입을 막아 보온성의 감소율을 다른 의복형에 비해 보온성 감소가 현저히 낮았다. 상의의 경우 목부위 허리부위 등 개폐부위가 하의에 비해 많으므로 무풍시의 보온성은 비슷하나 유풍 시

보온력이 하의에 비해 다소 더 감소된 것으로 보인다.

3.2. 앙상블의 보온특성

3.2.1. 앙상블의 보온특성

앙상블 29종의 무풍과 유풍시의 보온성과 각 앙상블을 구성하는 의복의 보온성의 합 및 총중량을 Table 7, Table 8에 제시하였다.

Table 7과 Table 8에 따르면 S/S 앙상블의 경우, 앙상블의 총중량은 586g~1,224g으로 평균 942g으로 나타났으며, 각 S/S 앙상블을 구성하는 보온성의 합은 1.46~2.65clo로 평균 2.12clo의 보온성을 나타내었다. S/S 앙상블의 무풍 시의 보온성은 1.23clo로 각 앙상블을 구성하는 각 의복의 보온성의 합에 비하여 42%의 감소를 보였으며, 유풍 시의 보온성은 0.74clo로 무풍 시의 보온성 대비 39%의 감소를 보였다.

F/W 앙상블의 경우, 앙상블의 총중량은 1,741g~2,775g으로 평균 2,285g이었으며 각 앙상블을 구성하는 의복의 보온성의 합은 3.845clo~7.361clo로 평균 4,736clo의 보온성을 나타내었으며, 무풍 시 보온성은 2.26clo로 앙상블을 구성하는 각 의복의 보온성의 합에 비하여 52.2%의 감소를 보였다. 유풍시의 보온성은 1.697clo로 무풍시의 보온성 대비 25%의 감소를 보였다. 이처럼 앙상블상태의 보온력의 감소는 착장 시 피부와 의복사이, 의복과 의복사이의 정지 공기층이 의복을 겹쳐서 착용함으로써, 눌러서 점점 적어지면서 보온력이 감소되며 특히, F/W 앙상블의 경우 S/S용 의복에 비해 공기층이 두껍고 직물의 두께도 두꺼우므로 각 의복을 겹쳐입음에 따라 공기층의 감소도 커진 것으로 분석된다.

3.2.2. 앙상블의 보온특성간의 상관관계

S/S용과 F/W용 앙상블의 보온특성과 구성 의복간의 상관계수를 Table 9에 나타내었다. 앙상블의 중량은 전체 의복의 보온성의 합과 가장 높은 정적 상관관계(0.88)를 보였다. 이는 중량이 클수록 직물의 두께가 증가하고 이에 따라 공기의 함유량도 증가하므로 의복보온성도 높아지는 것으로 보인다.

Table 6. Comparison of thermal insulation according to clothing type

구분	Clothing Type	Mean of Clothing Weight(g)	Mean of Clothing R _{clo} (Static, clo)	Mean of Clothing R _{clo} (Dynamic, clo)	Mean of Decrease Rate of R _{clo} (%)
S/S	Outerwear	397.6	0.85	0.44	47.6
	Shirts	178.8	0.71	0.36	49.0
	Pants	370.3	0.81	0.50	38.4
	Pants(Knee length)	302.0	0.70	0.36	48.1
	Mean	312.2	0.77	0.42	45.8
F/W	Outerwear	927	0.19	1.54	1.09
	Shirts	306.2	0.83	0.43	47.9
	Pants	560.0	0.85	0.51	40.2
	Mean	697.9	1.15	0.73	36.2
Total Mean					41.9

Table 7. Comparison of thermal insulation according to clothing type

Sample No.	Weight (g)	Clothing R _{Clo} (Clo)					Sum of Clothing R _{Clo}	R _{Clo} of Ensemble (StaticClo)	R _{Clo} of Ensemble (Dynamic, Clo)
		Outerwear	Shirts	Pants	Under wear	Briefs+Socks			
E-SS-1	1,176	0.87	0.68	0.72	-	0.11	2.38	1.23	0.82
E-SS-2	1,049	0.73	0.68	0.72	-	0.11	2.24	1.31	0.73
E-SS-3	1,209	0.84	0.75	0.84	-	0.11	2.54	1.39	0.95
E-SS-4	1,224	0.92	0.75	0.87	-	0.11	2.65	1.54	0.89
E-SS-5	861	0.87	0.75	0.87	-	0.11	2.60	1.49	0.92
E-SS-6	782	-	0.75	0.72	-	0.11	1.57	1.12	0.67
E-SS-7	649	-	0.73	0.70	-	0.11	1.54	0.89	0.52
E-SS-8	586	-	0.65	0.70	-	0.11	1.46	0.88	0.45
E-FW-1	2,028	1.06	0.83	0.83	1.22	0.11	4.06	1.57	1.02
E-FW-2	2,160	0.93	0.83	0.75	1.22	0.11	3.85	1.86	1.15
E-FW-3	2,076	1.01	0.83	0.89	1.22	0.11	4.06	1.79	1.31
E-FW-4	2,202	1.09	0.83	0.87	1.22	0.11	4.12	1.79	1.26
E-FW-5	2324	1.16	0.83	0.83	1.22	0.11	4.15	1.84	1.30
E-FW-6	2062	0.91	0.83	0.83	1.22	0.11	3.90	1.70	1.23
E-FW-7	1,956	0.97	0.83	0.83	1.22	0.11	3.96	1.66	1.22
E-FW-8	2,772	1.35	0.76	0.83	1.22	0.11	4.27	2.12	1.41
E-FW-9	2,636	1.68	0.76	0.83	1.22	0.11	4.60	2.31	1.67
E-FW-10	1,943	1.14	0.76	0.83	1.22	0.11	4.06	1.86	1.13
E-FW-11	2,285	1.42	0.76	0.83	1.22	0.11	4.34	2.00	1.53
E-FW-12	2,588	2.18	0.92	0.85	1.22	0.11	5.28	2.90	1.79
E-FW-13	2,542	2.15	0.92	0.85	1.22	0.11	5.26	2.76	2.17
E-FW-14	2,207	1.60	0.92	0.85	1.22	0.11	4.70	2.30	1.64
E-FW-15	2,178	1.22	0.92	0.85	1.22	0.11	4.33	1.87	1.38
E-FW-16	1,971	0.91	0.92	0.85	1.22	0.11	4.01	1.71	1.24
E-FW-17	2,635	2.02	1.60	0.85	1.22	0.11	5.80	2.87	2.02
E-FW-18	2,459	2.47	1.60	0.85	1.22	0.11	6.25	3.45	2.47
E-FW-19	2,775	3.58	1.60	0.85	1.22	0.11	7.36	4.45	3.04
E-FW-20	1,741	1.85	1.60	0.85	1.22	0.11	5.62	2.39	1.85
E-FW-21	2,439	1.73	1.60	0.85	1.22	0.11	5.51	2.28	1.73

무풍 시 앙상블의 보온성은 구성의복 중 아웃웨어의 보온성과 가장 높은 정적 상관관계(0.98) 다음으로 의복보온성의 합과 높은 정적 상관관계(0.93)를 보였다. 무풍 시 앙상블의 보온성과 가장 높은 정적 상관관계(0.98)를 보였으며 다음으로 아웃웨어의 보온성과 의복보온성의 합과 높은 정적 상관관계(0.97, 0.96)를 보였다.

무풍 시와 유풍 시 앙상블의 보온성 모두 이너웨어 하의의 보온성과는 그다지 높은 상관관계(0.53, 0.58)를 보이지 않았다. 즉

각 구성의복의 보온성의 높을수록 앙상블의 보온성은 무풍과 유풍 시 모두 높아지며, 특히 앙상블의 이너웨어보다는 위에 겹쳐 있는 아웃웨어의 보온성에 따라 전체 앙상블의 보온성이 크게 영향을 받으며 이너웨어 하의의 보온성은 전체 앙상블에 미치는 영향이 적음을 알 수 있다.

3.2.3. 앙상블의 보온성 예측

보온특성인자들을 활용하여 무풍 및 풍속존제 시 앙상블의

Table 8. Thermal characteristics of ensemble

Type of Ensemble	Total Weight of Ensemble (g)	Mean of Ensemble R _{Clo} (Clo)	Mean of Ensemble R _{Clo} (Static, Clo)	Mean of Ensemble R _{Clo} (Dynamic, Clo)	Decrease Rate of Ensemble R _{Clo} (%)
S/S Ensemble	942	2.12	1.23	0.74	39.5
F/W Ensemble	2284.71	4.74	2.26	1.60	28.1

Table 9. Correlation among thermal insulation of clothing and ensemble

	R _{Clo} of Outerwear	R _{Clo} of Shirts	R _{Clo} of Pants	Sum of R _{Clo} (Shirts + Pants)	R _{Clo} of Ensemble (Static)	R _{Clo} of Ensemble (Dynamic)
Weight of Ensemble	0.65**	0.47**	0.64**	0.88**	0.77**	0.80**
R _{Clo} of Outerwear		0.74**	0.31	0.91**	0.98**	0.97**
R _{Clo} of Shirts			0.38*	0.78**	0.75**	0.78**
R _{Clo} of Pants				0.66**	0.53**	0.58**
Sum of R _{Clo} (Shirts + Pants)					0.93**	0.96**
R _{Clo} of Ensemble (Static)						0.98**

**p* < .05, ** *p* < .01

Table 10. Regression equations for thermal insulation of clothing and ensemble

		Regression Equation	F	R ²
R _{Clo} of Ensemble (Static) (A)	Weight of Ensemble(C)	0.001C + 0.301	38.66***	0.59
	R _{Clo} of Outerwear(D)	1.0077D + 0.575	717.41***	0.97
	R _{Clo} of Shirts(E)	1.823E + 0.268	35.05***	0.57
	R _{Clo} of Pants(F)	7.251F - 3.971	10.26***	0.28
	Sum of R _{Clo} (Shirts + Pants)(G)	0.491G + 0.003	171.86***	0.86
R _{Clo} of Ensemble (Dynamic) (B)	Weight of Ensemble(C)	0.001C + 0.042	47.15***	0.64
	R _{Clo} of Outerwear(D)	0.791D + 0.341	372.26***	0.94
	R _{Clo} of Shirts(E)	1.428E + 0.023	41.06***	0.60
	R _{Clo} of Pants(F)	5.987F - 3.549	13.09**	0.33
	Sum of R _{Clo} (Shirts + Pants)(G)	0.383G - 0.176	283.69***	0.91

p* < .05, *p* < .01, ****p* < .001

보온력을 예측하기 위하여 각 보온특성인자들의 회귀식을 구하였다. 앙상블의 총 중량(C), 아웃웨어의 보온성(D), 상의(셔츠)의 보온성(E), 하의(팬츠)의 보온성(F), 의복의 보온성의 합(G) 인자들과 무풍 시 앙상블의 보온성(A), 유풍 시 앙상블의 보온성(B)에 대한 회귀식은 Table 10에 나타내었다.

무풍 시 앙상블의 보온성에 대한 의복보온성의 합과 아웃웨어의 보온성 인자의 설명력은 각각 86%, 97%로 매우 높은 예측율을 보이고 있으며 이중에서 아웃웨어의 보온성을 이용하여 무풍 시 앙상블의 보온성을 더 정확히 예측할 수 있다.

유풍 시 앙상블의 보온성에 대한 의복보온성의 합과 아웃웨어의 보온성 인자의 설명력은 각각 91%, 94%로 매우 높은 예측율을 보이고 있으며 무풍 시 앙상블의 보온성과 마찬가지로 아웃웨어의 보온성을 이용하여 유풍 시 앙상블의 보온성을 더 정확히 예측할 수 있다. 결론적으로 무풍 시와 유풍 시의 앙상블의 보온성은 아웃웨어의 보온성에 의해 가장 크게 영향을 받는 것으로 보인다.

4. 결 론

써멀마네킹을 사용하여 선행된 의복의 보온성 측정 연구결

과를 바탕으로 사계절 한국남성 단일의복의 보온성을 측정하고 이들을 조합하여 의복 및 앙상블의 Clo값을 측정하였다. 그 결과, 구성의복의 보온성의 높을수록 앙상블의 보온성은 무풍과 유풍 시 모두 높아지며, 특히 앙상블의 이너웨어(셔츠, 바지)보다는 위에 겹쳐있는 아웃웨어의 보온성에 따라 전체 앙상블의 보온성이 크게 영향을 받으며 이너웨어 하의의 보온성은 전체 앙상블에 미치는 영향이 적음을 알 수 있었다. 또한 무풍 시 앙상블의 보온성에 대한 의복보온성의 합과 아웃웨어의 보온성 인자로 예측율이 높은 회귀식을 얻었으며 특히, 아웃웨어의 보온성을 이용하여 무풍 시 앙상블의 보온성을 더 정확히 예측할 수 있다. 유풍 시 앙상블의 보온성에 대한 의복보온성의 합과 아웃웨어의 보온성 인자로 높은 예측율을 보이고 있으며 무풍 시 앙상블의 보온성과 마찬가지로 아웃웨어의 보온성을 이용하여 유풍 시 앙상블의 보온성을 더 정확히 예측할 수 있었다.

본 연구에서는 국내 남성복을 중심으로 최근 요구되고 있는 온열쾌적성을 규명하였다. 이러한 구축된 국내 보온성의류의 성능 DB화로 앞으로 보온성 의복 및 소재의 개발과 활성화에 더욱 기여할 것으로 기대되며 연구결과를 기초로 하여 다양한 환경 하에서의 온열특성 뿐 아니라 인체 실험을 통한 보온성 연구를 통하여 실제 의생활에 적용하기 위한 연구가 계속되어야

할 것으로 사료된다.

References

- Choi, J. W., & Ko, E. S. (2007). Relationship between thermal insulation and the combination of Korean women's clothing by season - using a thermal manikin. *Journal of the Korean Society of Clothing Textiles*, 31(6), 966-973.
- Choi, J. W., & Lee, H. H. (2009). The relationship between weight of single garments and thermal insulation with a thermal manikin. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 33(2), 173-186.
- Havenith, G., Heus, R., & Lotens. W. A. (1990). Clothing ventilation, vapour resistance and permeability index: change due to posture, movement and wind. *Ergonomics*, 33(8), 989-1005.
- International Organization for Standardization. (1999). *International Standard : ISO 11092. Textile-physiological effects-measurement of thermal and water vapor resistance under steady state conditions(sweating guarded hotplate test)*. Geneva, Switzerland.
- Korean Agency for Technology and Standards. (2005). *KS K ISO 15831. Clothing physiological effects measurement of thermal insulation by means of a thermal manikin*. Seoul, Korea.
- Kwon, M. S., & Song, M. K. (2008). A study on the thermal characteristics of comfortable heat-retaining winter clothing. *Journal of the Korean Society of Costume*, 58(6), 24-34.
- McCullough, E. A., & Hong, S. A. (1994). Database for determining the decrease in clothing insulation due to body motion. *ASHRAE Transactions*, 100(part 1), 765.
- Song, M. K., & Kwon, M. S. (2008). A study on the insulation of thermal clothing under dynamic air condition. *Journal of the Korean Society of Costume*, 58(9), 22-37.

(2012년 1월 26일 접수/2012년 5월 23일 1차 수정/2012년 6월 28일 게재확정)